

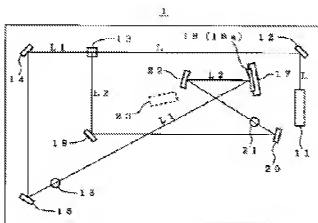
**METHOD FOR ADJUSTING EXPOSING DEVICE AND EXPOSING DEVICE**

**Patent number:** JP2001223149  
**Publication date:** 2001-08-17  
**Inventor:** HARADA YOSHIHISA  
**Applicant:** SHIMADZU CORP  
**Classification:**  
- international: **G03F7/20; G03F7/20;** (IPC1-7): H01L21/027; G02B5/18; G03F7/20  
- european: G03F7/20T18  
**Application number:** JP20000030633 20000208  
**Priority number(s):** JP20000030633 20000208

Report a data error here

**Abstract of JP2001223149**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for adjusting exposing device by which an optical system can be adjusted easily with high accuracy in a short time. **SOLUTION:** The arrangement and direction of the constituents of the optical system are adjusted so that the pattern of Moire fringes, which are generated due to the superposition of a reference groove pattern and the interference fringe pattern between two fluxes of laser light upon another on the lattice surface of a reference plate 18a having a reference surface on which the reference groove pattern is formed when the reference plate 18a is arranged on an exposed surface, may become coincident with the pattern of Moire fringes theoretically found from the design parameter of the optical system.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 L 21/027		G 0 2 B 5/18	2 H 0 4 9
G 0 2 B 5/18		G 0 3 F 7/20	5 0 1 2 H 0 9 7
G 0 3 F 7/20	5 0 1		5 0 5 5 F 0 4 6
	5 0 5	H 0 1 L 21/30	5 2 8

審査請求 未請求 請求項の数 2 ○ L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2000-30633(P2000-30633)

(22) 出願日 平成12年2月8日 (2000.2.8)

(71) 出願人 000001993

株式会社島津製作所

京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

(72) 発明者 原田 善壽

京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会

社島津製作所内

(74) 代理人 100095670

弁理士 小林 良平

Fターム(参考) 2H049 AA04 AA34 AA48

2H097 AA03 BA02 CA17 LA20

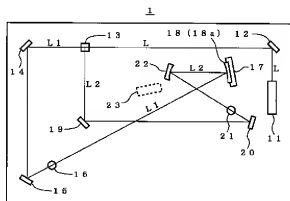
5F046 BA08 CA03 CB02 CB09 CB27

(54) 【発明の名称】 露光装置の調整方法及び露光装置

(57) 【要約】

【課題】 短時間で、簡単に、しかも高精度で光学系の調整を行うことができるような露光装置の調整方法を提供すること。

【解決手段】 参照溝パターンが形成された参照面を有する参照板18aを露光面に配置したときに参照溝パターンと2束のレーザ光の干渉縞パターンとが参照板18aの格子面上で互いに重畳することにより発生するモアレ縞のパターンが、光学系の設計パラメータから理論的に求められるモアレ縞のパターンと一致するように、光学系の構成要素の配置及び向きを調整する。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 2束の光の干渉により回折格子の溝パターンを形成するための露光装置の調整方法において、前記2束の光の干渉縞が形成される面である露光面上に、所定の参照溝パターンが形成された参照面を有する参照板を配置し、前記参照面に2束の光を照射する手順、前記2束の光の干渉縞パターンと前記参照溝パターンとにより形成されるモアレ縞のパターンを観察する手順、及び前記格子面上で実際に発生するモアレ縞のパターンが理論的に求められるパターンと一致するように光学系の構成要素の配置及び向きを調整する手順を含むことを特徴とする露光装置の調整方法。

【請求項2】 2束の光の干渉により回折格子の溝パターンを形成するための露光装置において、光源、該光源から2束の光を生成し、該2束の光の干渉縞を所定の露光面上に形成するための光学素子群、及び、格子基板の溝を刻線する面が前記露光面上に配置されるように該格子基板を保持するための格子ホルダを含む光学系、所定の参照溝パターンが形成された参照面を有する参照板、及び前記光学系の各構成要素の配置及び／又は向きを調整するための調整機構を備えることを特徴とする露光装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回折格子の溝パターンをホログラフィック露光法により作成するための光学系を備える露光装置に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】回折格子を作成する方法として、いわゆるホログラフィック露光法とイオンビームエッチング法との併用が知られている。この方法では、まず格子基板の一つの面にフォトレジスト層を形成し、2束のレーザ光を用いたホログラフィック露光によりそのフォトレジスト層上にレーザ光の干渉縞を発生させる。この露光により、フォトレジスト層内には干渉縞パターンと同一パターンの潜像が形成される。こうして潜像の形成されたフォトレジスト層を所定の現像液で処理すると、潜像部分のフォトレジストが除去され、フォトレジスト層には上記干渉縞と同一パターンの溝が得られる。こうして溝の形成されたフォトレジスト層に反応性イオンビームを照射すると、フォトレジスト層の溝パターンと同一のパターンで格子基板に溝が刻線される。

【0003】上記方法のホログラフィック露光法においては、フォトレジスト層に溝パターンの潜像を形成するには、所定位置に配置された格子基板に2束のレーザ光を異なる方向から照射することによりそのフォトレジスト層上に干渉縞を生成する光学系が用いられる。前記光学系は、例えば、格子基板を保持する格子ホルダ、レーザ

光を発生する光源、光源の発したレーザ光を2束に分離するためのビームスプリッタ、分離された各レーザ光がホルダに保持された格子基板の露光面に異なる方向から照射されるように各レーザ光の光路を変更するための反射鏡（平面鏡、球面鏡等）等の光学素子で構成される。

【0004】上記光学系において、フォトレジスト層上に所望の干渉縞を生成するには、格子ホルダや光学素子といった光学系の構成要素の配置及び向きを適切に設計しなければならない。このような設計に関するパラメータは、レーザ光の波長や反射鏡の鏡面形状等に基づいて理論的に算出することができるが、実際には、理論的に求められる配置及び向きに構成要素を誤差無くセットすることは不可能である。従って、露光装置の光学系を構成する際には、まず、理論に基づく設計に従って構成要素の配置及び方向付けを機械的精度で行った上で、更に何らかの方法で各構成要素の配置及び向きの調整を行う必要がある。

【0005】従来の露光装置では、例えば次のような手順で光学系の構成要素の配置及び向きを調整していた。

（S101）設計通りに構成された光学系により格子面に形成される溝の本数密度の分布パターンを表す関数（以下、溝分布関数と呼ぶ）

$$N(w) = aw + bw^2 + cw^3 + dw^4 \quad (1)$$

の係数a、b、c、dを光学系の設計に関するパラメータから理論的に求める。ここで、wは格子面の中心を原点とする格子面上の位置、Nは位置wにおける溝の本数密度を表す。

（S102）フォトレジスト層を形成した格子基板をホルダにセットして光源を点灯し、フォトレジスト層に溝パターンの潜像を形成する（試し露光）。

（S103）潜像の形成されたフォトレジスト層を所定の現像液で処理することにより潜像部分のフォトレジスト層を除去する。これにより、フォトレジスト層に溝パターンが現れる（現像処理）。

（S104）現像処理によりフォトレジスト層に現れた溝の本数密度を数点で測定する。

（S105）溝本数密度の各測定値と上記溝分布関数から求められる理論値との間の誤差を求める。

（S106）上記誤差が所定量より大きければ、光学素子の配置及び向きを微調整し、ステップS102以降の作業を再度行う。一方、上記誤差が所定量より小さくなったら、調整を終了する。

##### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の方法では、溝本数密度の誤差が十分に小さくなるまでに通常5～10回も試し露光、現像処理及び溝本数密度の測定を繰り返す必要があり、時間と手間がかかる。また、上記従来の方法では、試し露光の度に別の新たな格子基板を使用するか、又は先に使った格子基板から刻線済みのフォトレジスト層を除去し、新たなフォトレジスト層を形成し

直さなければならず、無駄が多かった。更に、上記従来の方法で達成される溝本数密度の精度は0.5本/mm程度であり、それより高い精度を達成することはできなかった。本発明はこのような課題を解決するために成されたものであり、その目的とするところは、短時間で、簡単に、しかも高精度で光学系の調整を行うことができるような露光装置の調整方法、及び、光学系の調整作業を容易にするための手段を備える露光装置を提供することにある。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために成された本発明に係る露光装置の調整方法は、2束の光の干渉により回折格子の溝パターンを形成するための露光装置の調整方法において、前記2束の光の干渉縞が形成される面である露光面上に、所定の参照溝パターンが形成された参照面を有する参照板を配置し、前記参照面に2束の光を照射する手順、前記2束の光の干渉縞パターンと前記参照溝パターンとにより形成されるモアレ縞のパターンを観察する手順、及び前記格子面上で実際に発生するモアレ縞のパターンが理論的に求められるパターンと一致するように光学系の構成要素の配置及び向きを調整する手順を含むことを特徴としている。

【0008】また、本発明に係る露光装置は、2束の光の干渉により回折格子の溝パターンを形成するための露光装置において、光源、該光源から2束の光を生成し、該2束の光の干渉縞を所定の露光面上に形成するための光学系干渉、及び、格子基板の溝を刻線する面が前記露光面上に配置されるように該格子基板を保持するための格子ホルダを含む光学系、所定の参照溝パターンが形成された参照面を有する参照板、及び前記光学系の各構成要素の配置及び／又は向きを調整するための調整機構を備えることを特徴としている。

#### 【0009】

【発明の実施の形態】本発明に係る方法及び装置について、図1及び図2を参照しながら具体的に説明する。

【0010】図1は、従来より知られている露光装置の概略構成図である。この露光装置1では、レーザ光源（波長441.6nmのレーザ光を生成するHe-Cd

$$Nf(w) = a_0w + b_0w^2 + c_0w^3 + d_0w^4 \quad (2)$$

の係数 $a_0$ 、 $b_0$ 、 $c_0$ 、 $d_0$ を、光学系の設計パラメータから理論的に求める。ここで、 $w$ は格子ホルダ17にセットした格子基板18の格子面の中心を原点とする

$$Ng(w) = a_1w + b_1w^2 + c_1w^3 + d_1w^4 \quad (3)$$

により表されるパターンで溝の形成された参照面を有する参照板18aを格子基板18の代わりに格子ホルダ17にセットしてレーザ光源11を点灯する。ここで、 $w$ は格子ホルダ17にセットした参照板18aの参照面の中心を原点とする該参照面上の位置、 $Ng(w)$ は位置 $w$ における縞の本数密度を表す。

(S4) 光学系が設計通りに構成された場合に、2束の

レーザ11が発するレーザ光Lを第一の平面鏡12で反射した後、ビームスプリッタ13で2方向に分離することにより、2束のレーザ光L1及びL2を生成している。第一のレーザ光L1は、第二の平面鏡14及び第三の反射鏡15で反射された後、第一の空間フィルタ（対物レンズ及びピンホールで構成されたもの）16を通過して球面波となり、格子ホルダ17に保持された格子基板18の格子面を照明する。第二のレーザ光L2は、第四の平面鏡19及び第五の反射鏡20で反射された後、第二の空間フィルタ21を通過して球面波となり、球面鏡22に入射する。球面鏡22による反射の際、レーザ光L2は球面波から非球面波に変化する。非球面波となったレーザ光L2は格子基板18の格子面を照明する。

【0011】露光装置1の光学系の設計パラメータについて図2を参照しながら説明する。図1のように構成された露光装置1において、露光面（格子基板18の格子面）に2束のレーザ光L1及びL2の干渉縞を発生させるために決定（調整）すべき設計パラメータは、第一の空間フィルタ16から露光面までのレーザ光L1の光路長 $r_C$ 、第二の空間フィルタ21から球面鏡22までのレーザ光L2の光路長 $r_D$ 、球面鏡22から露光面までのレーザ光L2の光路長 $r_Q$ 、球面鏡22へのレーザ光L2の入射角 $\eta_D$ 、露光面への2束のレーザ光L1及びL2の入射角 $\gamma$ 及び $\phi$ である。これらのパラメータを微調整するため、光学系の各構成要素は、マイクロメータ等から成る駆動機構上にマウントされている。

【0012】本発明に係る方法によって露光装置1の光学系を調整する作業は、例えば次のようなステップで行われる。

【0013】(S1) 露光面上に2束のレーザ光L1及びL2の干渉縞を所望のパターンで発生させるための設計パラメータの値を理論的に算出し、その設計パラメータに従って、光学系の構成要素を機械的精度で配置し、各構成要素の向きを定める。

(S2) 光学系が設計通りに構成された場合に格子基板の格子面上に形成されるべき干渉縞の分布パターンを表す関数（以下、干渉縞分布関数と呼ぶ）

格子面上の位置、 $Nf(w)$ は位置 $w$ における縞の本数密度を表す。

(S3) 既知の溝分布関数

光の干渉縞パターンと参照板18aの参照面の溝パターンとが重畳されることにより該参照面上で発生するモアレ縞のパターンを表す関数 $M(w)$ を次式 $M(w) = Nf(w) - Ng(w)$ により求める。

(S5) 参照板18aの参照面上で実際に観察されるモアレ縞の分布パターン $M'(w)$ を調べる。

(S6) 理論的に求められたモアレ縞の理論的に求められたパターンM'(w)と、実際に観察されたモアレ縞の分布パターンM'(w)との間の誤差を求める。

(S7) 上記誤差が所定量より大きければ、光学系の構成要素の配置及び向きを微調整し、ステップS5以降の作業を再度行う。一方、上記誤差が所定量より小さくなったら、調整を終了する。

【0014】本発明に係る方法において、参照板18aを用い、調整対象である露光装置そのものを用いて作成するようにしてもよい。この場合、上記ステップS1に続いて、例えば次のようなステップを追加する。

(S11) フォトリソ層を形成した格子基板18をホルダにセットして光源を点灯し、フォトリソ層に溝パターンを露光を形成する(試露光)。

(S12) 露光を形成されたフォトリソ層を所定の現像液で処理することにより露光部分のフォトリソ層を除去する。これにより、フォトリソ層に溝パターンが見える(現像処理)。こうしてフォトリソ層に溝の形成されが格子基板18が参照板18aに相当し、フォトリソ層の形成された面が参照面に相当する。

(S13) 現像処理によりフォトリソ層に現れた溝の本数密度を4又はそれ以上の複数の点で測定する。

(S14) フォトリソ層の溝分布関数を上記式

(3)で表し、溝本数密度の測定結果を用いた最小自乗法によりその溝分布関数の係数 $a_1$ 、 $b_1$ 、 $c_1$ 、 $d_1$ を求める。

【0015】上記ステップS11～S14に従って作成された参照板18aを用いてステップS2以降の作業を行う場合、光学系の調整前においては、参照板18aの参照面の溝分布関数 $N_g(w)$ は光学系の干渉縞分布関数 $N_f(w)$ と同じであるから、参照面上でモアレ縞は観察されず、その後の調整に応じて、参照面上にモアレ縞が様々なパターンで現れる。ただし、この形態では、調整しようとする露光装置そのものを用いて参照板18aを作成しているため、理論的に求められるモアレ縞のパターンは人間が視認可能な程度の本数の縞から成る比較的単純なものとなる。従って、露光装置の調整に不慣れな使用者であっても、光学系の構成要素の配置及び向きを容易に最適化できる。

【0016】なお、図1の露光装置は、球面波レーザ光(L1)と非球面波レーザ光(L2)の干渉により不等間隔溝パターンを形成するものであったが、これ以外の形式の露光装置、例えば、球面波レーザ光同士又は非球面波レーザ光同士の干渉により不等間隔溝パターンを形成する形式の露光装置であっても、本発明に係る方法で光学系を調整できることは言うまでもない。

【0017】

【実施例】図1に示したような構成を有する露光装置を対象として、式(2)で表される干渉縞分布関数の係数

が

$$a_0 = 1000$$

$$b_0 = -9.92325 \times 10^{-2}$$

$$c_0 = 9.97700 \times 10^{-6}$$

$$d_0 = -4.72425 \times 10^{-8}$$

となるように調整する実験を行った。参照板としては、幅120mm、高さ50mmの格子基板に、調整対象の露光装置を用いて上記ステップS11～S14の手順で溝を刻線し、溝本数を測定したものを使用した。この参照板の参照面を図3に示す。図3の格子面31において、軸32を中心とする略矩形領域33には、軸32に平行な溝が多数刻線されている(図示せず)。この多数の溝が成す縞模様のパターンと、上記係数を有する干渉縞分布関数により表される干渉縞パターンとが互いに重畳されたときに領域33に発生すべきモアレ縞を理論的に求めると、図3の符号34で示したような5本の縞が、軸32より右側に3本、左側に2本現れるはずであることがわかった。そこで、光学系の各構成要素の配置及び向きを、図3に描いたようなモアレ縞が実際に格子面31上で観察されるまで適宜調整した。このような調整後、露光装置を用いて新たに回折格子を作成し、その溝本数を数点で求め測定したところ、測定誤差は0.1本/mmという、従来よりもはるかに小さい値となった。

【0018】なお、上記実験では、格子面31のモアレ縞を目視観察しながら調整作業を行ったが、例えば、図1の破線23で示した位置に撮像カメラを設置し、そのカメラと接続された表示装置(図示せず)の画面上に表示されたモアレ縞を観察しながら作業を行ってもよい。また、上記のようなカメラを用いる場合、例えばパーソナルコンピュータを利用して、設計パラメータに基づいてモアレ縞の理論像を生成し、その理論像とカメラにより撮影したモアレ縞の実像とを表示装置の画面上で重畳させるようなモニタ装置を構成すれば、調整作業がより容易になる。

【0019】

【発明の効果】以上のようにより、本発明に係る方法は、参照板を格子ホルダにセットしたまま露光装置の光学系の調整を行うものであるため、従来のように格子基板を次々と取り替えながら何度も試し露光や溝本数の測定を繰り返す必要がなく、短時間で簡単に光学系を調整することができる。また、本願発明者の実験から明らかになったように、本発明の方法によれば0.1本/mm程度という、従来は達成し得なかったような高い精度で溝を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 露光装置の概略構成図。

【図2】 露光装置の光学系の設計パラメータを示す図。

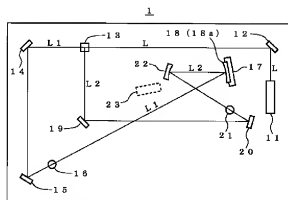
【図3】 参照板の参照面に形成されるモアレ縞の例を

示す図。

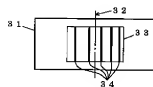
【符号の説明】

- 1…露光装置  
11…レーザ光源  
12、14、15、19、20…反射鏡  
13…ビームスプリッタ

【図1】



【図3】



- 16、21…空間フィルタ

- 17…格子ホルダ

- 18…格子基板

- 18a…参照板

- 22…球面鏡

- L、L1、L2…レーザ光

【図2】

